

シリコン結晶中点欠陥発生分布のシミュレーション結果に対する反論

Objection to a Simulation for Intrinsic Point Defects in Silicon Crystals during Melt Growth

信越半導体¹, 阪大産研² °阿部孝夫¹, 高橋 徹¹, 白井光雲²ShinEtsu Handotai¹, ISIR Osaka Univ.², °Takao Abe¹, Toru Takahashi¹, Koun Shirai²

E-mail: takao.abe@seh.jp

本文の全ての測定には As Grown ウェーハを用いた。図 1 は三種類の直径 (50, 100, 200mm) の CZ 結晶成長中に成長速度(v)を 1 時的に低化した時に起こる格子間シリコン(I)の発生分布を少数キャリアライフタイム分布によって示した[1]。ライフタイム値は空孔(V)とその二次欠陥の FPD(flow pattern defect)に影響されないが、I が持つダングリングボンド密度に逆比例して低下する。この図 1 の分布に対して Dornberger et al.[2]は Voronkov モデル[3]に基づいて Simulation した結果が図 2 である。青色が I, 赤色が V の分布を示す。図 1 と図 2 の分布を比較して皮相的に研究者はこの結果を称賛している。しかし、筆者らは全ての点で実験と反対であることを説明する。

第 1 は図 2(a')で I 濃度が最低(Min.)値のとき、対応する図 1(a)では楕円リング状の P₁ と P₂ であり I は最大濃度になる。これは図 1(a) の中心線に沿って測定した I の二次欠陥の SEPD(Secco etch pit defect)の密度分布の図 3(b)中の最大値の P₁ と P₂ に対応している事にも合致する。第 2 は図 2(a')の低速域では I が最大濃度になるが、図 1(a)の B 界面の低速領域では楕円リング上も含めて逆に低濃度であり、図 3(b)の SEPD 密度も三者が Valley で示すように最低密度になっている。低速域中の I 濃度の Valley 現象は他の CZ と FZ 実験でも再現している。第 3 に Simulation では C_V-C_Iの表現に制限され、図 2 では結晶中の二次欠陥の存在は不明であり、V rich か I rich かの判断であるが、現実の結晶には図 3(a)の FPD と図 3(b)の SEPD の二次欠陥が共存している。さらに図 3(a)の直径 50 mm 結晶では低速域に関係なく V は発生せず FPD 密度はゼロである。直径 100 mm では図 3(b)に示すように低速化して I 濃度が増加した O₁ から O₂ の範囲に対応して図 3(a)の FPD が O₁ から O₂ の範囲でゼロになる。これは再結合した結果であり、重要な変化は Simulation では分からない。FPD は Void 中心からの気泡による流れ模様で存在により、その先端にあるピットは容易に計測できる。一方、SEPD のピットは 1μm 前後であり、常に FPD 計測とは別に 10 倍の高感度で計測した[1]。上記の結果から Voronkov モデルが仮定する熱拡散モデルは実験結果を全く説明していない。文献 [1] T. Abe, K. Hagimoto, The 2nd JSPS Si Symposium 1996, Kona, Hawaii, p. 242. [2] E. Dornberger et al., J. Cryst. Growth 230 (221) 291 [3] V. Voronkov, J. Cryst. Growth 59 (1982) 625

